ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 JANVIER 1917.

PRÉSIDENCE DE M. A. D'ARSONVAL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Les premières sociétés scientifiques de Paris au* XVIIe *siècle. — Les réunions du P. Mersenne et l'Académie de Montmor.* Note (¹) de M. **G. Bigourdan.**

Les historiens de l'Académie des Sciences, parlant des origines de cette Société, ne nous ont laissé que de vagues indications sur les réunions qui l'avaient précédée.

Duhamel (²), qui écrivait en 1698, les fait remonter à plus de 50 ans, c'est-à-dire avant 1648; et Fontenelle (³) parle à peu près de même. Pingré (*Ann. cél.*, p. 128), après Weidler, les fait commencer en 1638 et Piobert (⁴) en 1635; c'est cette dernière date qui doit être acceptée, d'après Mersenne lui-même. En effet, après avoir annoncé à Peiresc (P. — C_2, XIX, 101, 106, 116), le 2 et le 24 août 1634, la création de l'Académie française, puis celle d'une « Academie, ou Compagnie de Musiciens », il lui écrivait de Paris, le 23 mai suivant :

> L'on m'a asseuré que nous aurons icy Mr Gassendi au commencement de juin dont je me resjouis. Il verra la plus noble academie du monde qui se fait depuis peu en ceste ville dont il sera sans doute, car elle est toute mathématique.

Un peu plus tard, comme Peiresc s'était informé des noms des membres,

---

(¹) Séance du 8 janvier 1917.

(²) J.-B. du Hamel, *Regiæ scientiarum academiæ Historia*, 1698, p. 7.

(³) *Anciens Mém.*, t. 1, p. 3.

(⁴) *Relations des savants entre eux avant la création de l'Académie des Sciences en* 1666 (*Comptes rendus*, t. 54, 1862, p. 703).

Mersenne (p. 138) cite les suivants : président Pascal, Mydorge, Cl. Hardy, Roberval, Desargues, l'abbé Chambon, et « quelques autres » que malheureusement il nous laisse à deviner.

Duhamel ajoute les noms de Gassendi, Descartes, Hobbes, Bl. Pascal et Blondel. Baillet cite également Auzout, qui devait être fort jeune.

Nous ne trouvons pas ici une organisation bien arrêtée, comme pour les Conférences du Bureau d'Adresse, car les lieux de réunion n'étaient pas fixes et les comptes rendus font défaut; quant aux règles d'admission des membres nous les ignorons, ainsi que ce qui regarde les matières sur lesquelles pouvaient porter les discussions.

Le plus souvent, semble-t-il, les réunions se tenaient aux Minimes, près de la place Royale, chez le P. Mersenne ; mais on cite beaucoup d'autres centres de réunion.

Piobert (p. 704) dit que des séances avaient lieu chez le président Pascal avant 1638, époque où il dut quitter Paris; et de Marolles donne, sans date, quelques détails sur celles qui se tenaient d'abord chez le Pailleur, puis chez Louis Chantereau le Febvre.

Il y avoit, dit-il (¹), tous les Mardis une espece d'Académie chez M. le Febvre, pour conférer principalement de ces choses-là [de chronologie], comme chez feu M. le Pailleur, il y en avoit une autre tous les Samedis, pour parler des Mathématiques, où j'ai vu Messieurs Gassendi, Bouillaud, Pascal, Roberval, Desargues, Carcavi, et autres (²) illustres en cette Science, qui maintenoient tous que la Sphère de Copernic, qui met le Soleil au centre de notre Monde, est beaucoup plus juste et plus aisée à soutenir que non pas l'ancienne....

Baillet (II, 344, 345), de son côté, nous dit qu'en 1648, lors de la présence de Descartes à Paris, les mathématiciens de la ville s'assemblaient souvent chez l'abbé Picot, ou même chez des personnes de marque qu'il n'indique pas; c'est dans une de ces dernières réunions que « M. de Roberval entreprit de pousser entièrement M. Descartes à bout sur tous les points de sa Physique ausquels il étoit contraire ».

D'après un manuscrit de J.-N. Delisle (*Observatoire*, archives, A 1, 7,56) il se tenait aussi, chez la comtesse d'Auxy, des réunions où Pagan (³)

(¹) *Mémoires*, II, 116. Voir aussi II, 221.

(²) Les biographes nous font connaître, comme ayant également assisté aux réunions de Chantereau le Febre, *J. de Launoy*, docteur en théologie, de la maison de Navarre.

(³) *Blaise François*, comte de PAGAN (Avignon, 1604 mars 3 — Paris, 1665 nov. 18), ingénieur militaire qui eut Vauban comme élève, appartenait à une famille originaire de Naples. Il était, par sa mère, proche parent du connétable de Luynes qui le pro-

prononça une harangue en 1638; et plus tard la maison de cet ingénieur devint, de son côté, « une sorte d'Académie ».

La mort du P. Mersenne (1648) et les troubles de la Fronde, survenus en même temps, paraissent avoir suspendu ces réunions savantes.

En 1657 elles reprirent ([1]) en se perfectionnant, sous les auspices d'un des mécènes de l'époque, H.-L. Habert de Montmor ([2]), qui était depuis longtemps le protecteur des gens de lettres.

L'expérience du passé fit sentir, sans doute, le besoin d'un règlement qui nous a été conservé par Sorbière ([3]), et au sujet duquel il écrit de Paris à Hobbes le 1er février 1658 ([4]) :

Ie vous ay dit en mes Lettres precedentes, que Monsieur de Montmor m'ayant fait l'honneur de me communiquer le dessein qu'il avoit de recevoir chez luy un certain nombre de personnes choisies pour s'entretenir de Questions naturelles, ou d'expe-

---

tégea, et il reçut une éducation toute militaire. Entré au service à 12 ans, à partir de 1620 il prit part à un grand nombre de sièges et eut un œil enlevé d'un coup de mousquet à celui de Montauban (1621).

Il continua cependant de servir, se distingua dans diverses campagnes et était désigné, en 1642, pour aller en Portugal, quand une maladie lui fit perdre l'autre œil.

Il se remit à l'étude des mathématiques, publia un *Traité de fortification*, etc., puis une *Théorie des planètes* (1657), des *Tables astronomiques* (1658, 1681), avec des méthodes pour trouver la longitude sur terre et sur mer, et enfin une *Astrologie naturelle* (1659), car il donnait dans les travers de l'époque.

([1]) Du temps de Gassendi il dut y avoir des réunions chez de Montmor, mais accidentelles sans doute. Voir Marolles, *Mém.*, II, 114.

([2]) Henri-Louis Habert, seigneur de Montmor, dont la date de naissance ne nous est pas connue, était maître des requêtes et devint doyen de ce corps. Dès l'origine (1635) il fut membre de l'Académie française. Sous le titre de *De rerum Natura* il avait fait un poëme latin, demeuré inédit, exposant les Principes de Descartes, et dont un flatteur disait que « les pensées de M. Descartes y étoient plus aisées à entendre que dans les écrits de leur Auteur ».

Il avait offert à ce philosophe « avec beaucoup d'instance l'usage entier d'une maison de campagne de trois à quatre mille livres de rente », située au Mesnil-Saint-Denis. Descartes n'ayant pas accepté, de Montmor fit une offre analogue à Gassendi qui mourut en effet chez lui, et dont il fit imprimer les Œuvres, en 6 vol. in-f°. Il mourut lui-même en 1679. Il avait un cabinet de curiosités, composé surtout de ciselures, dit Marolles (III, 219). Son hôtel, véritable berceau de l'Académie des Sciences, se trouvait rue du Temple, en face la rue de Braque, où l'on voit encore son entrée.

([3]) *Lettres et Discours de M. de Sorbière. Sur diverses matières curieuses.* Paris, 1660, in-4°, p. 631.

([4]) La correspondance de Sorbière, toute préparée pour l'impression et mise en latin, se trouve à la Bibliothèque Nationale, manuscrits, fonds latin.

riences et de belles inventions; il me donna charge de faire un project de la maniere en laquelle on pourroit former des Conferences, qui tournassent à l'utilité publique, aussi bien qu'au divertissement de ceux qui y entreroient. Je dressay avec Monsieur du Prat quelques Articles, qui furent presentés à la premiere Assemblée qui se trouva formée de bon nombre de personnes curieuses. Ils y furent examinés, avec quelque contestation de la part de ceux qui ne vouloient pas escrire. Je vous les envoye, puis que vous me les demandés; et je seray bien aise qu'ils soient veus de tout le monde : pour ce qu'ils tesmoigneront nostre bonne intention, et qu'ils ne seront peut estre pas inutiles à ceux qui voudront s'appliquer aux mesmes recherches que nous nous sommes proposées. Le siecle de fer ne durera pas tousiours; la Paix reviendra à son tour visiter la Terre.... Quand je vous auray nommé une partie de ceux qui composent notre Assemblée, vous m'advouërés qu'il seroit mal aisé d'en composer ailleurs une pareille, encore qu'on la choisist parmi tout ce qu'il y a de curieux hors de Paris, et peut estre hors de ce Royaume....

Voici les neuf articles de ce règlement :

Art. I. *Que le but des Conferences ne sera point le vain exercice de l'esprit à des subtilités inutiles; mais qu'on se proposera tousiours la plus claire cognoissance des œuvres de Dieu, et l'advancement des commodités de la vie, dans les Arts et les Sciences qui servent à les mieux establir.*

II. *Que celuy qui preside establira, de l'advis de la Compagnie, la question pour la conference prochaine, et priera nommement deux personnes qu'il en jugera des mieux informées de rapporter leur sentiment, laissant aux autres la liberté d'en dire leurs pensées.*

III. *Que ces advis seront leus et donnés par escrit, en termes courts et pleins de raisonnement, sans aucune amplification ni authorités.*

IV. *Qu'ils seront leus sans interruption; les deux personnes choisies ayant les premières produit les leurs.*

V. *Qu'après toutes les lectures chacun dira par ordre, et en peu de mots, les obiections ou les confirmations sur ce qui aura esté leu. Et qu'après la responce, on n'insistera pas davantage, sans la permission particulière de celuy qui preside.*

VI. *Que l'on pourra envoyer son advis sur la question proposée, quand on ne pourra pas venir en personne.*

VII. *Que l'Assemblée priera ceux qui en ont occasion, d'entretenir correspondance avec les sçavans de France et des pays estrangers; afin d'apprendre d'eux ce qui se prepare, ou ce qui est desia publié, ou decouvert dans les Arts et les sciences; de quoy l'Assemblée sera informée en se separant.*

VIII. *Que l'Assemblée estant formée, on n'y admettra plus personne qui ne le demande, et par le consentement des deux tiers de la compagnie presente, lors qu'on en fera la proposition.*

IX. *Qu'on n'admettra point d'autres que les Membres de l'Assemblée dans le lieu de la Conference, qui sera toute composée de personnes curieuses des choses naturelles, de la Medecine, des Mathematiques, des Arts liberaux, et des Mechaniques; si ce n'est qu'auparavant on ait demandé permission d'y amener quelque homme de merite.*

Certains de ces articles, et notamment le second, se sont évidemment inspirés de ce qui avait eu lieu aux Conférences du Bureau d'adresse.

Voici le jugement que Sorbière portait sur les résultats acquis, le 14 février 1659 (p. 145) :

...il y a bien de la vanité en tout ce à quoy les hommes s'occupēt, et en tout ce qu'ils établissent le mieux par leurs raisonnemens. Je m'en rapporte à une Assemblée où l'on cherche depuis deux ans quelques principes generaux sur lesquels on puisse raisonner de concert sur les choses naturelles, dequoy on ne sçauroit venir à bout : De sorte que sur les plus ordinaires questions, et sur les plus sensibles matières, il y a de continuels dissentimens; et toûjours il se trouve une douzaine d'anges destructeurs, qui abbattent en un moment les travaux qu'un beau génie aura faits avec bien du temps et de la peine.

Les noms de la plupart des membres de cette compagnie nous sont inconnus (1), ainsi que leurs travaux (2), dont la relation avait été écrite par Sorbière (3), et il avait pu la conduire fort loin, puisqu'il vécut jusqu'en 1670.

Toutefois, il rapporte quelques-uns des *Discours* qu'il y a prononcés lui-même en 1658 et en 1659, et dont voici les sujets :

1658 mai 3 (p. 181) : Ce que c'est que le Mouvement.

1658 juin 7 (p. 190) : De la Raréfaction et de la Condensation.

1658 juin 14 (p. 193) : Que le peu de cognoissance que nous avons des choses naturelles, ne nous doit pas destourner de leur Estude.

---

(1) Nous savons que Sorbière lui-même en était (*Sorberiana*, p. 19). Les discussions contre les principes de Descartes prouvent que Clerselier et Roberval en étaient également et s'y trouvaient le 13 juillet 1658 (Baillet, II, p. 347). De divers passages des *Lettres et Discours* de Sorbière on peut conclure que parmi les autres membres on comptait Pecquet (p. 23), du Prat, médecin du Roi (p. 64), Rohault (p. 192, 194), Chapelain (p. 194), Roberval (p. 194), de Montmor, qui était le Modérateur (p. 704). Ailleurs (p. 201) il dit : « Nous avons veu dans cette Assemblée des premiers hommes de la Robe, des Cordons bleus, des Ducs et Pairs, et de grands Prélats. »

(2) « On y examinoit les expériences, et les découvertes nouvelles, l'usage ou les conséquences qu'on en pouvoit tirer. Il y venoit des Etrangers... » (*Anc. Mém.*, I, 3.)

(3) Une lettre de Graverol (*Sorberiana*, p. 28-29) cite parmi les manuscrits laissés par Sorbière « une Rélation, ou mémoires de la compagnie qui commença de s'assembler chez Monsieur de Montmor le dix-huitième Decembre 1657, pour la recherche des causes naturelles ». Dans une lettre à Mazarin du 10 février 1659 (*Lettres et Discours*, p. 23), Sorbière dit d'ailleurs qu'il a « charge de dresser les Memoires » de cette Assemblée.

1659 février 11 (p. 60) : Du Froid des Fiebvres Intermittantes.

1659 août 19 (p. 694) : De la Vérité de nos connoissances Naturelles.

1659 août 26 (p. 701) : De la source des diverses Opinions sur une mesme matière.

THERMODYNAMIQUE. — *La loi de l'entropie moléculaire des fluides, pris à des états correspondants.* Note [1] de M. E. **Ariès**.

De l'équation d'état adoptée dans notre précédente Note

$$(1) \qquad p = \frac{RT}{v-\alpha} - \frac{K}{T^n(v+\beta)^2}$$

on tire des conséquences nombreuses dont la plupart ont été pressenties, sinon démontrées. L'une des plus importantes concerne l'entropie du fluide dont l'expression devient [2]

$$S = R\log(v-\alpha) - \frac{nK}{T^{n+1}(v+\beta)} + c\log AT.$$

Les variables réduites sont alors

$$(2) \qquad x = \frac{27\gamma R}{8K}T^{n+1} = \left(\frac{T}{T_c}\right)^{n+1}, \qquad y = \frac{v-\alpha}{\gamma}, \qquad z = \frac{8\gamma}{R}\frac{p}{T} = \frac{p}{P_c}x^{-\frac{1}{n+1}}.$$

D'après la première et la dernière de ces relations, on pourra définir les états correspondants de tous les corps soumis à des équations d'état comportant le même exposant n, par une valeur commune de $\frac{T}{T_c}$ et de $\frac{p}{P_c}$ pour tous ces corps. L'expression de l'entropie en fonction des variables réduites deviendra

$$S = R\log\gamma y - n\frac{27R}{8x(y+1)} + c\log AT_c x^{\frac{1}{n+1}}.$$

Si l'on considère un état initial déterminé par les valeurs particulières x_0, y_0, z_0 des variables donnant lieu à l'entropie S_0, on aura pour la différence d'entropie entre un état quelconque et l'état initial

$$S - S_0 = \log\frac{y}{y_0} - n\frac{27R}{8}\left(\frac{1}{x(y+1)} - \frac{1}{x_0(y_0+1)}\right) + \frac{c}{n+1}\log\frac{x}{x_0}.$$

---

(1) Séance du 8 janvier 1917.

(2) Voir aux *Comptes rendus*, t. 163, 1916, la formule (3) de la page 738 et les formules de notre dernière Note, p. 963.

Cette expression ne change pas, si tous les corps ont le même degré d'atomicité qui fixe la valeur de la capacité calorifique c. Quoique la question soit à trancher au moyen de vérifications à faire sur les données de l'expérience, l'équation précédente conduit à penser que l'exposant n caractérise le degré d'atomicité d'un corps, et permet de formuler la loi suivante :

La variation de l'entropie moléculaire, comparée à des états correspondants, est la même pour tous les corps de même atomicité.

Cet énoncé n'est pas nouveau, quoique aucune démonstration rigoureuse n'en ait été donnée (1). Celle que nous présentons aujourd'hui est basée sur la validité de l'équation (1).

Considérons les corps observant cette loi et pris à deux états infiniment voisins (x, y, z) et $(x+\Delta x, y+\Delta y, z+\Delta z)$. La variation d'entropie ΔS, par suite $\frac{\Delta S}{\Delta x}$, ou, à la limite, $\frac{\partial S}{\partial x}$ aura une même valeur pour tous ces corps. Or, d'après la définition de x, donnée par la première des formules (2),

$$\Delta x = (n+1)x\frac{\Delta T}{T} \qquad \text{et} \qquad \frac{\partial S}{\partial x} = \frac{T}{(n+1)x}\frac{\partial S}{\partial T},$$

d'où l'on tire

$$(n+1)x\frac{\partial S}{\partial x} = T\frac{\partial S}{\partial T}. \tag{3}$$

$(n+1)x\frac{\partial S}{\partial x}$ aura aussi même valeur pour tous ces corps pris à des états correspondants : il en sera donc de même pour $T\frac{\partial S}{\partial T}$, qui représente une capacité calorifique, laissée jusqu'ici indéterminée. Cette capacité dépend de la manière dont sera définie la transformation élémentaire donnant lieu à la variation ΔS d'entropie ; suivant que cette transformation se sera opérée à volume constant ou à pression constante, $T\frac{\partial S}{\partial T}$ représentera la capacité calorifique à volume constant C_v ou à pression constante C_p.

La capacité calorifique moléculaire, à volume constant ou à pression constante, est la même pour tous les corps de même atomicité, pris à des états correspondants.

Cet énoncé également connu et admis vient porter une nouvelle confirmation à cette hypothèse que l'exposant n serait unique pour tous les corps de même atomicité. Il a été indiqué autrefois par M. A. Leduc comme

(1) Voir aux *Comptes rendus*, t. 123, 1896, la Note de M. G. Darzens, p. 940.

principe expérimental, et Amagat en a donné une démonstration s'appuyant sur une autre loi importante qui sera rappelée plus loin ([1]).

On peut appliquer la formule (3) aux capacités calorifiques M_1 et M_2, définies par la condition que la température varie avec la pression, de façon à maintenir une vapeur ou un liquide à l'état de saturation. Le coefficient M_1 est ce qu'on appelle la *capacité calorifique de la vapeur saturée sèche*. Il résulte de la formule (3) que *les deux capacités calorifiques moléculaires* M_1 *et* M_2 *ont même valeur pour tous les corps de même atomicité pris à des températures correspondantes de saturation.*

On sait que pour la benzine, le chloroforme, le chlorure de carbone, le coefficient M_1 s'annule à une certaine température, propre à chacun de ces corps; les observations qu'on possède, pour d'autres vapeurs, sur la valeur de ce coefficient à diverses températures, ont fait admettre qu'il est négatif au-dessous d'une certaine température T_i, qu'on appelle la *température d'inversion*, à partir de laquelle il devient positif pour aller en croissant. La température réduite d'inversion $x = \left(\frac{T_i}{T_c}\right)^{n+1}$ serait unique, d'après ce qui précède, pour tous les corps d'une même série ; d'où la loi suivante :

Pour tous les corps de même atomicité la température d'inversion est dans un rapport invariable avec la température critique.

Des lois analogues à celles qui concernent C_p et C_v régissent les six autres des huit coefficients de la thermo-élasticité qui sont indépendants : coefficients de dilatation α_v et α_p, coefficients de compressibilité ε_T et ε_S, chaleur de dilatation l et coefficient de W. Thomson h ([2]). On trouve pour le coefficient de dilatation à volume constant α_v

$$(4) \qquad T\alpha_v = \frac{T}{p}\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v = \frac{8x(y+1)^2 - n27y}{8x(y+1)^2 - 27y},$$

ce qui montre qu'à des états correspondants l'expression $T\alpha_v$ a une seule valeur pour tous les corps de même atomicité.

On pourrait opérer de même sur les autres coefficients, mais les lois qui les régissent résultent immédiatement des cinq relations distinctes qui existent entre les huit coefficients, et que nous rappelons

$$(5) \quad C_p - C_v = \alpha_v \alpha_p p v T, \qquad \alpha_p = \alpha_v p \varepsilon_T, \qquad \frac{C_p}{C_v} = \frac{\varepsilon_T}{\varepsilon_S}, \qquad \frac{l}{p} = T\alpha_v, \qquad hC_p = \alpha_p v T.$$

([1]) *Bulletin de la Société française de Physique*, 1906, 4e fasc., p. 64.

([2]) E. Ariès, *Chimie physique élémentaire*, t. 1, 1914, p. 16-20, et *Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 918.

En tenant compte des lois précédemment établies, on voit successivement par ces relations que

$$p v \alpha_p, \quad \frac{p^2 v}{T}\varepsilon_T, \quad \frac{p^2 v}{T}\varepsilon_S, \quad \frac{l}{p} \quad \text{et} \quad \frac{p}{T}h$$

ont même valeur pour tous les corps de même atomicité pris à des états correspondants.

Enfin, de la définition même de la chaleur de vaporisation d'un liquide résulte la loi bien connue qu'elle observe, et qui n'est que la traduction de l'une des formules de notre précédente Note.

Tous ces résultats ne relèvent que de la validité de l'équation (1). Si, *en outre*, on adopte la loi fondamentale de Van der Waals, l'une de ses conséquences que nous avons déjà signalée dans notre précédente Note, c'est que $\frac{P_c v_c}{T_c}$ a une seule valeur r pour tous les corps considérés. On en déduit la nouvelle loi qui suit :

A des états correspondants, l'expression $\frac{pv}{T}$ a une même valeur pour tous les corps de même atomicité.

Si l'on prend en effet comme variables réduites $x = \frac{T}{T_c}$, $y = \frac{v}{v_c}$ et $z = \frac{p}{P_c}$, on aura

$$(6) \qquad \frac{pv}{T} = \frac{zy}{x}\frac{P_c v_c}{T_c} = \frac{zy}{x}r,$$

ce qui établit la loi. Elle permet d'énoncer plus simplement, comme il suit, celles qui régissent α_p, ε_T, ε_S et h.

A des états correspondants, $T\alpha_p, p\varepsilon_T, p\varepsilon_S$ et $\frac{h}{v}$ ont même valeur pour tous les corps de même atomicité.

Les lois concernant α_p, α_v, ε_T et la chaleur de vaporisation L peuvent se déduire aisément de la seule loi fondamentale de Van der Waals [1]. Amagat en a déduit celles qui régissent C_p, C_v ainsi que l'expression $\frac{pv}{T}$, et alors celles qui régissent ε_S, l et h découlent des trois dernières formules (5); en sorte que les dix lois sont des conséquences directes de celle de Van der Waals.

La loi concernant $\frac{pv}{T}$ se démontre très simplement par l'application de la loi de

---

(1) Van der Waals, *Continuité des états gazeux et liquide* (traduction française), 1894, p. 199 et 218.

Van der Waals aux fluides réduits à l'état de gaz parfaits. On a alors

$$\frac{pv}{T} = R = \frac{zy}{x}\frac{P_c v_c}{T_c} = \frac{zy}{x}r \qquad \text{ou} \qquad \frac{zy}{x} = \frac{R}{r}.$$

Pour un gaz parfait donné, r est une constante déterminée, et $\frac{zy}{x}$ a toujours même valeur, quelles que soient la température et la pression du gaz parfait; mais cette valeur est commune à tous les gaz de même atomicité, pris à leurs divers états correspondants, en sorte que r est le même pour tous ces corps; et l'on voit par la formule (6) que, si l'on reprend ces fluides à des états correspondants quelconques, $\frac{pv}{T}$ aura même valeur pour tous.

GÉOLOGIE. — *Sur l'histoire de la vallée de l'Arc (Maurienne) à l'époque pléistocène.* Note [1] de MM. W. Kilian et J. Révil.

La vallée de l'Arc (Maurienne) est l'une des plus importantes des Alpes de Savoie dont elle traverse les zones tectoniques intérieures en amont de son confluent avec l'Isère, situé dans le voisinage de Saint-Pierre-d'Albigny.

Une analyse attentive [2] des dépôts pléistocènes et récents qui s'y rencontrent et des caractères morphologiques qu'elle présente permet de distinguer dans cette vallée, de l'aval vers l'amont, les sections (ou tronçons) suivantes :

I. Près de Chamousset s'observe un « amphithéâtre morainique » avec « cône de transition » à l'aval (hameau des Boissons) et « cuvette terminale » à l'amont (plaine d'Aiguebelle-Chamousset), indiquant nettement

(1) Séance du 6 novembre 1916.

(2) Outre les ruptures de pente et les « replats » glaciaires dont M. E. de Martonne a fait une étude détaillée et féconde en résultats d'un grand intérêt, quelques-uns des faits signalés dans la présente Note ont été indiqués par cet auteur dans une carte schématique très instructive publiée dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, 4e série, t. 12, p. 527, et dans les *Annales de Géographie*, t. 19 et 20, 1910-1911; d'autre part M. Girardin (*La Géographie*, t. 12, n° 1, 1905) a signalé à Bessans des dépôts qu'il considère comme lacustres et s'est occupé de l'éboulement de la Magdeleine, ainsi que de divers détails morphologiques des environs de Bonneval.

Aucun de ces auteurs n'avait cependant distingué les stades successifs que nous avons reconnus en amont de Chamousset, ni retracé la *succession des phénomènes* dont les divers tronçons de la vallée ont été le théâtre.

l'existence d'un stationnement glaciaire ou Stade de Chamousset, nécessairement postérieur au complexe néowürmien plus extérieur des environs de Chignin et de Chambéry et probablement contemporain du « stade de Bühl » de MM. Penck et Brückner. Ce « stade de Chamousset » n'avait été reconnu par aucun de nos devanciers.

II. En amont de ce tronçon, on remarque le *verrou* rocheux d'Aiguebelle, la dépression (ancienne cuvette terminale en partie remblayée) d'Epierre et des cônes de déjections postglaciaires (la Chapelle, les Chavannes-Saint-Rémy, la Chambre Saint-Avre) de divers âges, dont l'un a fourni des monnaies romaines (la Chapelle) et date par conséquent des temps historiques, puis l'étroit défilé de Pontamafrey établi dans les Schistes cristallins et, en amont de celui-ci, les cônes de déjections *emboîtés* de Saint-Jean-de-Maurienne sur la rive gauche, ceux de Villarclément et de Saint-Julien sur la rive droite, ayant donné lieu à la formation de « fausses terrasses » et dont les intéressants ravinements des plus anciens d'entre eux par les plus récents permettent d'établir la succession chronologique.

III. Le « verrou » du Pas du Roc, en aval de Saint-Michel, en arrière et sur lequel des dépôts morainiques et des « Marmites de géants » indiquent un nouveau stationnement (Stade de Saint-Michel) glaciaire.

IV. Un tronçon d'abord assez étroit et encombré d'éboulis entre Saint-Michel et Modane [1], puis plus large (cônes de déjections de Modane-Ville) et remarquable, à l'amont de ces derniers cônes, par sa morphologie glaciaire (croupes moutonnées de gypses et quartzites triasiques) encore extrêmement fraîche (environs de Villarodin).

V. Avec le grandiose « verrou » de l'Esseillon, qui barre presque complètement la vallée, ne laissant que le passage de la rivière et de la route et qui porte des fortifications intéressantes, s'observent des amas morainiques (dominés eux-mêmes par les puissantes moraines plus anciennes d'Aussois et de Sardières sur le côté droit de la vallée) s'étendant jusque près de Thermignon et attestant l'existence d'un Stade de Thermignon et l'on pénètre ensuite dans une nouvelle « cuvette terminale » remblayée, en aval de

(1) Voir au sujet de ce tronçon P. Girardin, *Les éboulements de Saint-André et d'Orelle* (*Compte rendu de l'Association française pour l'avancement des Sciences*, 14e session, 1915, p. 112).

cette localité, par un curieux complexe de cônes de déjections postglaciaires successifs emboîtés les uns dans les autres et ravinant nettement les dépôts morainiques à Sollières.

Accidentée par le verrou de Thermignon (avec gorge épigénique de l'Arc), cette dépression s'étend jusqu'à Lans-le-Villard et présente, près de Lans-le-Bourg, d'intéressantes *alluvions* torrentielles *interstadiaires* à stratification entrecroisée et recouvertes par des dépôts morainiques où abondent les roches vertes nettement *striées*.

VI. En amont de Lans-le-Villard (dont le chef-lieu est établi sur l'amorce d'un verrou en partie démantelé), le verrou complexe de la Magdeleine, presque entièrement recouvert par un gigantesque éboulis de blocs postglaciaires ([1]) provenant des escarpements des Schistes lustrés de la rive gauche (et non de la rive droite comme semble le croire M. Girardin), présente les traces d'un nouveau stationnement des glaciers (STADE DE LA MAGDELEINE), sous forme de moraines qui tapissent la portion aval de la belle *cuvette terminale de Bessans*. Cette cuvette *surcreusée* présente sur la rive gauche les traces d'un magnifique cône de déjections et de terrasses (lacustres??) étagées, interstadiaires ([2]) (à stratification inclinée), recouvertes par les dépôts nettement morainiques d'une RÉCURRENCE GLACIAIRE qui, plus en amont encore, forment plusieurs amas, à topographie très caractéristique (moraines de fond), en aval de la chapelle de Notre-Dame des Grâces). Des cônes de déjections postglaciaires accidentent en outre cette ancienne cuvette terminale.

Le stade de la Magdeleine et de Bessans semble correspondre au « stade de Daun » de MM. Penck et Brückner, celui de l'Esseillon et de Thermignon au « stade de Gschnitz » et ceux de Saint-Michel et de Chamousset au « stade de Bühl » des mêmes auteurs.

([1]) L'éboulement de la Magdeleine ne fait que recouvrir un verrou de *roche en place* (visible dans la gorge de l'Isère) elle-même tapissée de dépôts morainiques. Il est donc postglaciaire et bien postérieur aux terrasses interstadiaires de Bessans. M. P. Girardin (*La Géographie*, t. 12, 1905, p. 13-14) en a singulièrement exagéré l'importance et inexactement interprété la nature faute sans doute d'en avoir assez étudié les matériaux et les conditions *géologiques*.

([2]) Ces terrasses de Bessans, qui supportent nettement des dépôts glaciaires à blocs striés, sont des formations interstadiaires incontestablement antérieures à l'éboulement de la Magdeleine et non, ainsi que le pense M. P. Girardin (*loc. cit.*), des dépôts lacustres causés par un barrage temporaire qu'aurait déterminé cet éboulement. On y observe la *stratification inclinée* des cônes de déjections s'étalant dans un lac glaciaire qu'est venu combler rapidement une récurrence du glacier de l'Arc.

VII. En amont de la cuvette de Bessans et vers Bonneval on entre dans le domaine des OSCILLATIONS GLACIAIRES LES PLUS RÉCENTES qui ont fait l'objet des remarquables études de M. Girardin.

Ce géographe a émis à leur sujet quelques considérations sur lesquelles nous reviendrons et qu'il n'y a pas lieu de discuter ici ([1]). En outre, cet auteur a publié de nombreux Mémoires ([2]) sur les bassins supérieurs de l'Isère et de l'Arc qui sont encore à l'heure actuelle le siège d'une importante glaciation et où M. Girardin a signalé plusieurs *lacs temporaires* actuellement comblés.

Indépendamment des stades ou stationnement ci-dessus, reconnus dans le fond même de la vallée, des *replats* bien développés sur la rive droite au-dessus de Lans-le-Bourg, puis de Thermignon à Aussois (par Sardières), sont recouverts de dépôts morainiques très épais. Ils appartiennent à des *glaciations plus anciennes* (néowürmiennes et würmiennes). Sur la rive gauche se retrouvent les dépôts analogues du vallon d'Étiache et du col du Mont-Cenis.

Il est intéressant d'ajouter encore que les croupes portant les forts supérieurs de l'Esseillon, établis sur des barres rocheuses moutonnées, ont été façonnées antérieurement à celles de la vallée inférieure et que l'on constate ici une sorte de « *migration* » *des encoches épigéniques* vers le flanc gauche de la vallée.

CORRESPONDANCE.

M. le **SECRÉTAIRE PERPÉTUEL** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le fascicule XII (texte et planches) des *Études de Lépidoptérologie comparée*, par CHARLES OBERTHÜR. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

2° Colonel M.-J. SAND. *Nouvelles mesures de bases en Danemark* (en langue danoise). (Présenté par M. Ch. Lallemand.)

([1]) P. GIRARDIN, *Glaciation quaternaire* (*Revue de Géographie annuelle*, dirigée par M. Ch. Vélain, t. 2, p. 602).

([2]) P. GIRARDIN, *Les phénomènes actuels et les modifications du modelé dans la Haute-Maurienne* (*La Géographie*, t. 12, 1902, Paris); *Les glaciers de la Savoie* (*Bull. Soc. neuchâtel. de Géographie*, t. 16, 1905. Neuchâtel, etc.).

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur la dérivation asymptotique.* Note [1] de M. A. Khintchine, présentée par M. Hadamard.

Dans la présente Note je me propose d'établir quelques théorèmes sur la dérivation asymptotique [2].

1. Je commence par démontrer la proposition suivante :

Théorème I. — *Pour qu'une fonction mesurable* $F(x)$ *définie dans l'intervalle* $[0, 1]$ *possède une dérivée asymptotique finie* $F^{[1]}(x)$ *presque partout dans cet intervalle, il faut et il suffit qu'on puisse, quel que soit* $\varepsilon > 0$, *assigner un ensemble parfait* P *de mesure plus grande que* $1-\varepsilon$ *et tel que* $F(x)$ *soit absolument continue dans* P.

La condition est suffisante. En effet, soient δ_n $(n=1, 2, \ldots)$ les intervalles contigus de P. Considérons la fonction continue $F_1(x)$ égale à $F(x)$ dans P et linéaire dans les δ_n.

On voit aisément que $F_1(x)$ est une fonction à variation bornée (et même absolument continue) dans $[0, 1]$; par suite $F'_1(x)$ existe et est finie presque partout dans cet intervalle ; on en conclut aisément que l'ensemble où $F^{[1]}(x)$ existe et est finie a au moins la mesure de P et contient pas suite presque tout point de $[0, 1]$.

La condition est aussi nécessaire. En effet, $F(x)$ possédant en presque tout point de $[0, 1]$ une dérivée asymptotique finie $F^{[1]}(x)$, soit Π un ensemble mesurable de mesure plus grande que $1-\varepsilon$ et tel que $F^{[1]}(x)$ soit bornée dans Π. Considérons la fonction $\varphi(x)$ égale à $F^{[1]}(x)$ dans Π et nulle en dehors de Π, et soit $\Phi(x)$ l'intégrale indéfinie de $\varphi(x)$ prise au sens de M. Lebesgue. La fonction $\Psi(x) = F(x) - \Phi(x)$ possède les deux propriétés suivantes :

1° On a $\Psi^{[1]}(x) = 0$ presque partout dans Π;

2° $\Psi(x)$ étant absolument continue dans un ensemble, $F(x)$ est absolument continue dans ce même ensemble.

Partageons l'intervalle $[0, 1]$ en 2^n parties égales, et soit $\left[\frac{k}{2^n}, \frac{k+1}{2^n}\right]$ une

---

[1] Séance du 8 janvier 1917.

[2] Pour la terminologie voir ma Note du 21 février 1916, t. **162**, p. 287. Voir aussi la Note de M. Denjoy du 13 mars 1916, p 377.

quelconque de ces parties. S'il est possible d'assigner deux nombres M et $N = M - \frac{1}{2^n}$ tels que la condition

$$N < \Psi(x) < M$$

soit remplie pour des points de l'intervalle considéré qui forment un ensemble de mesure plus grande que $\frac{1}{2^{n+1}}$, appelons *points de première espèce* les points de cet intervalle pour lesquels on a

$$N - \frac{1}{2^{n+1}} < \Psi(x) < M + \frac{1}{2^{n+1}},$$

et *points de seconde espèce* tous les autres; sinon, tous les points de l'intervalle considéré seront dits des *points de seconde espèce*. Soit A_n l'ensemble des points de première espèce de tous les intervalles

$$\left[\frac{k}{2^n}, \frac{k+1}{2^n}\right] \qquad (k = 0, 1, 2, \ldots, 2^n - 1).$$

Considérons la suite d'ensembles

$$(1) \qquad A_1, A_2, \ldots, A_n, \ldots.$$

On voit aisément que tout point où l'on a $\Psi^{[1]}(x) = 0$, donc presque tout point de Π, appartient à l'ensemble limite restreint de la suite (1).

D'autre part, considérons l'intervalle $\left[\frac{k+\frac{1}{2}}{2^n}, \frac{k+\frac{3}{2}}{2^n}\right]$ et partageons ses points en deux *espèces* suivant le même principe. Soit B_n la réunion des points de première espèce de tous ces intervalles ($k = 0, 1, 2, \ldots, 2^n - 2$). On voit de même que presque tout point de Π appartient à l'ensemble limite restreint de la suite $B_1, B_2, \ldots, B_n, \ldots$.

On conclut de là qu'il est possible d'assigner un nombre entier m et un ensemble parfait P (faisant partie de Π) de mesure plus grande que $1 - \varepsilon$, de sorte que tout point de P appartienne à la fois aux ensembles A_n, B_n, quel que soit $n \geqq m$.

Je dis que $\Psi(x)$ est absolument continue dans P. En effet, soit $[a, b]$ $(a < b)$ un intervalle quelconque de longueur $b - a < \frac{1}{2^{m+1}}$ et dont les extrémités sont des points de P, et soit p le nombre entier pour lequel on a

$$(2) \qquad \frac{1}{2^{p+1}} \leqq b - a < \frac{1}{2^p};$$

on a évidemment $p > m$. Supposons que b soit un point de l'intervalle

$$\left[\frac{s}{2^{p-1}}, \frac{s+1}{2^{p-1}}\right].$$

Alors deux cas peuvent se présenter :

1° $$\frac{s}{2^{p-1}} < a < b < \frac{s+1}{2^{p-1}};$$

2° $$\frac{s-\frac{1}{2}}{2^{p-1}} < a < b < \frac{s+\frac{1}{2}}{2^{p-1}}.$$

Or a et b appartiennent à A_{p-1} et B_{p-1} d'après la définition de P, et par suite on a, dans les deux cas,

$$|\Psi(b) - \Psi(a)| \leq \frac{1}{2^{p-2}},$$

d'où il suit en vertu de (2)

$$|\Psi(b) - \Psi(a)| \leq 8 |b - a|,$$

ce qui démontre l'affirmation. En vertu de 2°, la démonstration du théorème est achevée. C. Q. F. D.

2. En second lieu, je signale quelques propriétés de la dérivée asymptotique.

Théorème II. — *La fonction mesurable $f(x)$ étant en tout point d'un intervalle la dérivée asymptotique d'une fonction mesurable* $F(x)$, *pour que $f(x)$ soit en tout point de cet intervalle la dérivée exacte de* $F(x)$, *il faut et il suffit qu'on puisse majorer $f(x)$ par une dérivée exacte*, c'est-à-dire trouver une fonction $\varphi(x)$, en tout point dérivée exacte d'une fonction continue $\Phi(x)$ et telle qu'on ait en tout point

$$f(x) < \varphi(x).$$

En particulier, $f(x)$ est la dérivée exacte de $F(x)$ si elle est bornée.

Théorème III (théorème des accroissements finis). — $F(x)$ *étant une fonction mesurable possédant en tout point d'un intervalle* $[a, b]$ *une dérivée asymptotique finie* $F^{[1]}(x)$, *on peut assigner entre a et b un point ξ tel que*

$$F^{[1]}(\xi) = \frac{F(b) - F(a)}{b - a}.$$

Il est évident que ce théorème permet d'affirmer la subsistance pour la dérivation asymptotique d'un grand nombre de théorèmes du calcul différentiel ordinaire.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Positions héliographiques des taches solaires et orages magnétiques.* Note [1] de M. **Henryk Arctowski**.

Utilisant les évaluations journalières de la fréquence des taches solaires, Loomis a formulé la loi qu'aux dates des orages magnétiques on observe un maximum de taches et que des maxima secondaires s'observent également 4 jours avant ces dates et 3 jours après [2].

Sans avoir connaissance des recherches statistiques de Loomis, Lord Kelvin a partiellement confirmé ce résultat [3]. D'autre part, F. Terby a remarqué que les orages magnétiques coïncident avec le passage et souvent avec le retour d'une tache au méridien central du Soleil [4]. E. Marchand et E.-W. Maunder ont également admis cette hypothèse.

M. A. Veeder, par contre, a supposé une influence prédominante au moment de l'apparition des taches au bord Est du disque solaire [5], tandis que A. Riccò [6] a observé que les perturbations magnétiques sont en retard par rapport au passage de taches à la moindre distance du centre du disque solaire. Le retard d'environ 45 heures, constaté par Riccò, indiquerait une vitesse de propagation 335 fois moindre que la vitesse de la lumière.

Se basant sur ce résultat, Arrhenius [7] a supposé que les aurores polaires ainsi que les orages magnétiques sont dus à des particules chargées négativement, chassées de l'atmosphère solaire par la pression de radiation.

Pourtant, d'après les observations de Birkeland [8], le retard serait moindre que ne le veut Riccò ainsi que l'hypothèse d'Arrhenius.

Enfin, récemment, A.-L. Cortie a discuté le problème à nouveau [9].

La corrélation entre taches solaires et orages magnétiques constatée par Loomis se trouvant vérifiée, il m'a paru intéressant d'élucider la contradiction des résultats des recherches de Terby, Riccò et de Veeder.

---

(1) Séance du 8 janvier 1917.

(2) *Amer. J. of Sc.*, t. 50, 1870, p. 167.

(3) *J. Inst. Electr. Eng.*, t. 54, 1916, p. 424.

(4) *Bull. Ac. Belge*, t. 6, 1883, p. 35.

(5) *Astron. and Astroph.*, t. 12, 1893, p. 264.

(6) *Comptes rendus*, t. 115, 1892, p. 595.

(7) *Trans. Int. Electr. Congress*, t. 1, 1904, p. 276.

(8) *Norv. Aurora pol. Expedition*, 1902-1903, p. 524.

(9) *M. N. Roy. Astron. Soc.*, t. 76, 1915, p. 15.

J'ai pris tout d'abord la liste des orages magnétiques observés à Porto-Rico ([1]) pendant les années 1903 à 1908 et, pour les dates du commencement de ces perturbations, j'ai transcris les aires des ombres des taches solaires renseignées dans les résultats des observations héliographiques de Greenwich, en ayant soin toutefois de faire un classement en fonction de la distance des taches du centre du disque solaire. Les sommes des aires, pour des distances de dixième en dixième du rayon, exprimées en centièmes de la somme totale, sont :

0,0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5
0,40	5,52	9,56	9,80	**13,25**
0,5-0,6	0,6-0,7	0,7-0,8	0,8-0,9	0,9-1,0
12,39	10,58	9,40	11,67	**17,40**

Ces chiffres montrent un maximum bien distinct pour une distance de 30° environ du centre et un autre maximum pour les 25° d'arc de la dixième division.

Ce second maximum, qui est en faveur de l'hypothèse de Veeder, pourrait s'expliquer par l'effet de perspective, mais s'il en était ainsi le minimum de la huitième division n'aurait aucune raison d'être.

Il faut donc admettre que la constatation de Veeder semble être vérifiée par cette première série de chiffres. De même, évidemment, celle de Riccò.

J'ai refait les calculs pour les orages magnétiques observés à Bombay ([2]) pendant les années 1874 à 1892. J'ai pris les aires entières des taches (ombres et pénombres) et j'ai pris en considération séparément les secteurs Est et Ouest du Soleil.

Exprimés en centièmes les résultats numériques sont :

0°-180° : **12,44**; 6,07; 5,07; 4,30; 3,66; 4,28; 2,95; **5,20**; 1,12; 0,33; centre.
180°-360° : centre; 0,10; 0,75; 3,78; 4,03; **9,46**; 4,65; 6,47; 8,51; 4,97; **11,85**.

Ces chiffres mettent en doute l'hypothèse de Veeder, ainsi que celle d'Arrhenius, car les maxima s'observent de part et d'autre du méridien central.

Une vérification plus détaillée était donc nécessaire. J'ai pris les dates d'orages magnétiques, observés à Greenwich, fournis par Maunder ([3]) pour les années 1882 à 1903.

([1]) U.-S. Coast and Geod. Survey, *Results... magn. obs. at Vieques....*

([2]) N.-A.-F. Moos, *Magn. obs.... Bombay*, t. 2, p. 714.

([3]) *M. N. Roy. Astron. Soc.*, 1904, p. 4.

J'ai tabulé séparément les « grands orages » ainsi que les « très actifs » et « actifs », et je n'ai pas pris en considération les orages « modérés ».

Exprimés en centièmes de la somme, les aires des ombres des taches observées à l'Est et à l'Ouest et de dixième en dixième du rayon du disque solaire, aux dates du commencement des orages « grands » et « très actifs », sont :

0° à 180° : 4,96; 2,68; 4,93; 4,24; 2,69; 11,05; 2,15; 3,44; 1,06; 0,08; centre.
180° à 360° : centre; 0,01; 1,31; 3,52; 6,50; 12,85; 7,91; 12,00; 8,34; 5,58; 4,69.

Il résulte de ces chiffres que dans le cas des 60 orages magnétiques les plus importants observés à Greenwich de 1882 à 1903, l'hypothèse de Veeder est complètement en défaut. De même celle de Terby. La constatation de Riccò, par contre, se trouve partiellement vérifiée, mais seulement partiellement, attendu que le maximum à l'est du méridien central n'était pas prévu.

Dans le cas des orages magnétiques appelés « actifs » par Maunder, le maximum pour 20° à 30° avant le passage au méridien se trouve également fort bien accentué; mais, dans ce cas, les maxima pour des positions voisines du bord du disque solaire se montrent également. Il semble donc que ces maxima ne sont dus qu'à l'effet de perspective pour une distribution quelconque des taches.

Je pense, par conséquent, pouvoir conclure que les chiffres ci-dessus démontrent en toute évidence l'existence d'une corrélation entre la position des taches solaires et les orages magnétiques, telle qu'il faut admettre que les radiations qui produisent les orages se trouvent déviées de la normale et que, de plus, elles se propagent avec une vitesse qui n'est pas notablement inférieure à celle de la lumière.

Supposant qu'il s'agit des rayons β, comme A. Brester et d'autres l'admettent, les déviations observées, dans des cas particuliers, fourniront peut-être des renseignements sur les variations du champ magnétique des taches.

GÉOLOGIE. — *L'Ordovicien et le Gothlandien dans le nord du Tonkin et le bassin du Haut Iou-Kiang (Chine méridionale).* Note de M. **J. Deprat**, présentée par M. H. Douvillé.

J'ai récemment indiqué, dans deux Notes successives, la puissance et la richesse en fossiles du Cambrien moyen et supérieur, et l'allure des terrains

paléozoïques entre la frontière tonkinoise et Kwang-nan-fou, c'est-à-dire dans le sud-est du Yunnan et le nord-ouest de Kwang-si. Il me reste à indiquer, d'une façon succincte et préliminaire, la composition de la série ordovicienne et gothlandienne qui lui fait suite.

Ces deux étages offrent une puissance énorme; la série des couches prolonge sans interruption le Cambrien. L'Ordovicien passe *insensiblement* au Cambrien par intercalation de bancs calcaires oolithiques et de marnes sèches à *Anomocare megalurus* dans une puissante série de grès, marnes micacées, calcschistes violemment bariolés, à débris de Placodermes, offrant des débris d'algues (*Bythotrephis* cf. *antiquata*) à sa partie supérieure. Cette série que je considère comme représentant l'Ordovicien inférieur passe (San-kia-tchai) à des grès micacés à *Trinucleus ornatus* qui représentent, par conséquent, en partie l'Ordovicien moyen; un horizon supérieur m'a fourni, dans ma dernière exploration, une espèce intéressante : un *Calymene* probablement identique à *Calymene Aragoi* M. R., espèce typique de l'Ordovicien moyen de Bretagne; puis viennent (Sin-ma-kao) des schistes à Orthocères surmontés par un horizon à *Spirifer bacbounensis* déjà observé dans mon précédent voyage. Cette série me paraît, sans conteste, former l'Ordovicien moyen, au sens européen, les Trilobites l'affirment suffisamment. L'Ordovicien supérieur paraît constituer la série suivante, grosse masse de grès, psammites, calcschistes à grands Lamellibranches, dont l'étude n'est pas achevée, et qui se termine par des couches caractérisées par un *Chonetes* probablement nouveau.

Je fais commencer le Gothlandien par les couches de Mia-ré, série de marnes, grès marneux rouges et jaunes qui succèdent à la série précédente et qui renferment, comme espèces principales :

Spirifer tonkinensis Mansuy, *Sp. dongvanensis* Mans., *Dinorthis annamitica* Mans., *Pterinæa mieleensis* Mans., *Proetus* sp., etc. Cette série, que j'ai déjà signalée l'an dernier avec la même faune dans le nord du Tonkin, a déjà été discutée et j'ai montré les raisons pour lesquelles j'en fais le passage de l'Ordovicien au Gothlandien et le Gothlandien inférieur en partie. Au-dessus et en continuité avec ces couches j'ai relevé des calcschistes verts caractérisés par : *Spirifer inopinatus* Mans., *Orthothetes* cf. *pecten* Linné, *Stropheodonta orientalis* Mans., *Meristella miarensis* Mans., *Zaphrentis* aff. *Stokei*, *Combophyllum Brancai* Fr., etc. Cette assise renferme un *Spirifer* curieux qui, comme me l'a fait remarquer M. Mansuy, offre d'étroites affinités avec des *Spirifers carbonifériens*, tels que *Sp. fasciger*, *Sp. striatus*, *Sp. cameratus*, etc. Ce fait est à rapprocher de la présence dans cette série de *Sp. tonkinensis*, dont les affinités dévoniennes sont frappantes. Un horizon très constant de grès, calcschistes mélangés avec des lentilles à polypiers gothlandiens de la faune Wenlock et de Dudley vient au-dessus, avec *Calymene maloungkaensis*

Mans., *C. elongata* Mans., *Proetus indosinicus* Mans., *Sp. inopinatus* Mans., *Calceola sandalina* Lmk., *C. acuminata* Mans., *Stropheodonta orientalis* Mans. (1), *Streptelasma* cf. *profundum* Mans. (2), *Ptychoph. depressum* Mans., *Fenestella* cf. *polyporata* Phill., etc. Ici encore apparaît un anachronisme curieux : *Calymene maloungkaensis* est très voisin de *C. Blumenbachii :* l'horizon correspond donc à peu près au Gothlandien moyen d'Europe, au Wenlock ; or, des *Calcéoles* extrêmement abondantes apparaissent avec ces Calymènes et avec elles *C. sandalina.* Il semble que nos régions de l'Asie sud-orientale offrent certains types, certains phylums. d'une date d'apparition plus hâtive qu'en Europe. Les couches que je viens de signaler sont recouvertes par des calcaires offrant : *Calymene maloungkaensis* Mans., *C. elongata* Mans., *Proetus indosinicus*, *Dalmanella* cf. *canaliculata? Leptæna rhomboidalis* Wilck., *Chonetes* cf. *margaritacea* Whidb., *Stroph. corrugatella* Dav., *Conchidium galeatum*, *Orbiculoidea convexa* Mans., *Zaphrentis* cf. *Guillieri* Barr., *Fav. gothlandica* Lmk. Dans cette faune, *D. canaliculata* est une espèce d'Aymestry et de Wenlock. *Sp. corrugatelle* appartient au Caradoc et au Llandeilo, *C. galeatum* appartient à Dudley et Wenlock. Au-dessus vient une série de quartzites et grès à *Ptéropodes* formant un horizon typique que surmonte l'énorme série de calcaires à polypiers de la faune de Wenlock et de Dudley; *Favosites gothlandica*, *F. Forbesi*, *Montic*, *Bowerbanki*, *Heliol. megastoma*, *Heliol. interstincta*, *H. decipiens*, etc. Cette grande série calcaire, avec bancs de quartzites, est recouverte par la série des schistes de Dong-van, équivalente de la série des couches de Muong-thé (Rivière Noire).

Dans un travail en préparation je montrerai le parallélisme des divers horizons dans tout le Tonkin et la région chinoise que j'ai étudiée. Je possède actuellement des repères nombreux et des données abondantes. J'ai observé, et suivi par exemple, avec d'intéressantes variations de facies, toute la série gothlandienne, depuis la région de Kwang-nan-fou jusqu'aux environs d'Hanoï. Ainsi, j'ai revu récemment, très nette, la série des schistes à *Sp. tonkinensis* avec toutes les couches suivantes près de Bao-lac, de Nguyen-binh, puis de Tra-linh (feuilles de Cao-bang), près de Na-cham et sur la feuille de Thât-khé, dans le même ordre de succession et avec les mêmes fossiles que dans la région que j'étudie maintenant. L'âge attribué à ces couches me paraît établi nettement par les affinités des espèces nouvelles et par les espèces connues. J'ai insisté ici sur les curieux anachronismes offerts par certaines formes (association de Calcéoles, de Spirifères à affinités dévoniennes avec des Brachiopodes, des Polypiers et surtout des Trilobites siluriens). Les listes complètes de fossiles dans chaque horizon seront données ailleurs.

---

(1) Affine à *R. lineatissima* de l'Ordovicien himalayen, à *St. euglypha* du Llandovery, à *St. imbrex* et *St. deltoidea* du Caradoc (Mansuy).

(2) Ordovicien de Cincinnati.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'origine du magnétisme terrestre.* Note de M. **Raclot**, présentée par M. Bertin.

Dans l'expérience du magnétarium de Wilde, on recouvre un globe terrestre de minces feuilles de fer sur la superficie des océans et l'on constate que la répartition du magnétisme sur ce globe est l'image du magnétisme terrestre.

Une ancienne remarque de Faye peut en donner l'explication de ce résultat d'expérience, en le tenant pour vérifié. Faye, remarquant la basse température du fond des mers (voisine de 0°) et la différence considérable entre cette température et celle qui règne sous les continents pour la même surface de niveau, concluait que le refroidissement de la croûte terrestre devait être plus rapide sous les océans.

Si l'on suppose la masse interne du globe formée d'un alliage où le fer prédomine (comme dans les météorites), alors en raison de la haute température qui doit régner dans sa masse, ce fer, sous les continents, se trouverait tout entier au-dessus du point critique auquel a lieu la disparition du magnétisme (750° à 900°). Sous les océans au contraire, en raison du refroidissement rapide supposé par Faye, la couche superficielle pourrait être arrivée à une température inférieure à la température critique; par suite, une certaine épaisseur de cette couche serait magnétique. Cette supposition serait encore plus vraisemblable si l'on admet avec M. Belot, que la couche rocheuse ayant été refoulée par les eaux pour former les continents, son épaisseur serait moindre sous les mers. Mais cette dernière remarque n'est pas indispensable et l'hypothèse de Faye suffit pour faire concevoir la possibilité de l'existence d'une couche de fer magnétique sous l'étendue des mers. Cette couche correspondrait à l'armature de fer du magnétarium de Wilde.

ENTOMOLOGIE. — *Observations biologiques et anatomiques* (intestin) *sur quelques* Cetoninæ. Note de M. **L. Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

La plupart des représentants de la tribu des Cetoninæ vivent sur les fleurs, dont ils dévorent le pollen. Les espèces, au contraire, dont les mâchoires ou les mandibules sont pourvues de dents ou de griffes, attaquent les substances plus solides telles que les étamines, les pétales et les feuilles.

Quant aux Cétoines proprement dites (*Cetonia aurata* L., *C. floricola* Herbst., *C. morio* Fabr., etc.), elles ne se nourrissent généralement que du pollen des étamines et des pétales des fleurs; elles aspirent également les sucs sucrés qui découlent des nectaires. Elles se posent sur les fleurs des Rosiers, des Aubépines, des Troènes, des Lierres, sur les inflorescences des Ombellifères, etc. Quoique peu nuisibles en général, elles ne laissent pas de commettre (les Cétoines dorées surtout) certains dégâts dans les jardins en détruisant ou détériorant les fleurs des Rosiers, rongeant les pétales, dévorant les étamines et le pollen et empêchant ainsi la fécondation, etc.

Les insecticides, liquides ou pulvérulents, qu'on pourrait employer et que j'ai expérimentés, sont sans effet sur les Cétoines et ont le grave inconvénient de détériorer les fleurs des Rosiers. Par contre, la méthode la plus simple, la plus pratique et la plus efficace est le *secouage*, qu'il faut effectuer le matin, quand les insectes sont encore engourdis; puis, écraser ensuite ces derniers au fur et à mesure qu'ils tombent sur le sol.

La structure anatomique et la morphologie de l'appareil alimentaire sont en rapport avec le genre de vie des Cetoninæ. Le *tube digestif* des Cétoines (*Cetonia aurata* L., *C. floricola* Herbst., *C. cardui* Gyll., *C. morio* Fabr., etc.) est surtout caractérisé par le grand développement que prend l'intestin moyen. Ce dernier forme, à peu près, les deux tiers de la longueur totale de l'organe. Les Cetoninæ appartiennent, en effet, à la seconde section que nous avons formée dans l'ordre des Coléoptères : *Coléoptères à gésier atrophié* (voir *Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences,* Tunis, 1913). Dans ce groupe, le *gésier* a la forme d'une vésicule ou ampoule piriforme, presque identique, par sa structure interne, à celle de l'œsophage qui précède. Les replis internes y sont peut-être un peu plus accentués, et un bourrelet annulaire, légèrement dentelé, formant valvule, marque l'origine de l'intestin moyen. Chez *Tropinota squalida* L. et *Tr. hirtella* L., les soies cornées et les replis internes ont disparu : cet état marque la dernière étape régressive.

L'*intestin moyen* constitue la partie la plus importante du canal intestinal : sa longueur, son large diamètre, la présence de nombreuses papilles glandulaires périphériques, etc., font de cet organe la région essentiellement sécrétante et digestive du tube alimentaire. Il décrit, dans la cavité abdominale, deux grandes circonvolutions. Sa surface est recouverte d'une multitude de papilles ponctiformes, sortes de villosités externes provenant d'évaginations du canal intestinal, à orifices cylindriques, courtes et ter-

minées par un cæcum hémisphérique. Ces sortes de cryptes tubuleuses sont essentiellement glandulaires et doivent, par leur abondante sécrétion, suppléer à l'absence des glandes salivaires. Elles conservent leurs formes et leurs dimensions sur toute l'étendue des parois de l'intestin moyen et ne s'arrêtent brusquement qu'en avant d'un petit bourrelet annulaire, appartenant à l'intestin moyen, sur lequel viennent déboucher les *quatre tubes de Malpighi*.

Une section longitudinale, faite dans la région commune aux intestins moyen et terminal, nous montre nettement le mode brusque de terminaison des papilles glandulaires. Leurs orifices cessent à une sorte de valvule interne, irrégulière et digitée, entre les replis de laquelle se voient les quatre ouvertures des vaisseaux urinaires.

Chez les *Oxythyrea stictica* L. et les *Trichius abdominalis* Ménétr., les tubercules papilliformes qui recouvrent l'intestin moyen sont plus courts que ceux des Cétoines et se terminent par une pointe arrondie. Ils conservent leurs mêmes formes et leurs mêmes dimensions sur toute la surface de l'organe.

L'*intestin postérieur* débute par un bourrelet circulaire, brusquement suivi d'une partie étroite et cylindrique. C'est sur ce bourrelet initial que s'abouchent les quatre tubes de Malpighi.

La seconde partie de l'intestin terminal est large, sacciforme et constitue l'*ampoule rectale*. Cette dernière est remplie d'un liquide épais, lactescent et renferme de nombreuses concrétions cristallines provenant des vaisseaux urinaires.

L'appareil digestif de *Tropinota squalida* L. présente, dans son ensemble, à peu près les mêmes caractères morphologiques que celui des autres Cetoninæ. Trois particularités permettent cependant de le différencier. Ce sont : l'atrophie complète du gésier, la longueur de l'intestin moyen et l'absence de tubercules (remplacés par des cryptes internes) à la surface externe de l'organe.

Les tubes de Malpighi des *Cetoninæ*, par leur forme, leur structure et la nature de leur contenu méritent une courte description. Toujours au nombre de *quatre*, ils vont déboucher à l'extrémité antérieure de l'intestin terminal. L'intestin moyen des *Cetonia* est creusé de nombreuses cryptes qui se continuent extérieurement par de petits tubercules hémisphériques. Ces courtes papilles glandulaires hérissent toute la surface externe de l'organe.

Les *tubes de Malpighi* sont tout à fait caractéristiques et diffèrent, comme forme, de ceux des autres Coléoptères. Ils sont irrégulièrement

cylindriques, moniliformes, avec dilatations et constrictions et parfois des boursouflures plus ou moins accentuées. Ils sont, en général, étroitement appliqués contre les parois de l'intestin terminal.

Ceux des *Trichius* et des *Oxythyrea* présentent à peu près la même disposition anatomique que ceux des Cétoines : irréguliers, variqueux, de couleur blanchâtre, ils appartiennent nettement, par leur mode d'embouchure, à l'intestin terminal.

Ils renferment un contenu granuleux leur donnant une apparence laiteuse très caractéristique. Dans ce contenu se trouvent les produits les plus divers. Comme chez les Chenilles des Lépidoptères, nous y avons rencontré de *l'acide urique*, de *l'urée*, des *urates divers*, de *l'oxalate de chaux*, des *carbonates de chaux* et *de soude*.

L'urate de soude s'y montre en cristaux lamelleux, à faces planes, souvent striées et de forme losangique ou rectangulaire.

L'acide urique y apparaît en cristaux disposés en lamelles aplaties, à surface lisse, mêlés à des concrétions granuleuses.

Ces tubes contiennent également du carbonate de chaux, sous forme de concrétions ou de petites granulations sphériques, de dimensions variables.

MÉDECINE. — *Sur la prophylaxie de l'infection des plaies de guerre. Étude comparée de divers agents antiseptiques.* Note de M. **H. Vincent**, présentée par M. Dastre.

Lorsqu'on ensemence, quelques heures après la blessure, les sécrétions provenant des plaies de guerre par éclat d'obus, on obtient d'une manière presque constante des bactéries aérobies et anaérobies, parmi lesquelles le *Bac. perfringens*, agent pathogène de la gangrène gazeuse, est commun. Ces bactéries pullulent donc, dans les plaies, avec rapidité.

En raison des complications si graves qu'elles peuvent entraîner, il serait important de réaliser une véritable *prophylaxie des infections chirurgicales*, comme on le fait pour des infections médicales. L'avenir du blessé dépend très souvent du premier pansement et de la date à laquelle il a été opéré. On doit se proposer, en conséquence, une antisepsie précoce et efficace des plaies contaminées.

Dans des expériences faites en 1894 [1], j'ai soumis au contrôle bactériologique un grand nombre de désinfectants chimiques. L'hypochlorite de chaux et le sulfate de cuivre se sont montrés parmi les plus efficaces.

---

[1] H. Vincent, *Étude sur la valeur comparée des divers désinfectants chimiques usuels* (*Comptes rendus*, t. 119, 1894, p. 965).

Cette étude a été reprise en 1896 au point de vue chirurgical, à l'occasion du traitement des plaies atteintes de pourriture d'hôpital, chez les blessés de la guerre de Madagascar. Elle a permis de constater l'efficacité très grande de l'hypochlorite de chaux dans le traitement curatif de cette redoutable complication septique ([1]).

Il m'a paru utile de renouveler ces recherches et de les étendre à d'autres agents microbicides, en vue, spécialement, de la désinfection *préventive* des plaies de guerre, au poste de secours.

En raison des difficultés du pansement au poste de secours, il importe que la méthode employée soit d'une application facile.

C'est pourquoi je me suis arrêté à l'étude des antiseptiques secs, pulvérulents. Sous cette forme, l'antiseptique est très maniable, d'une grande simplicité d'emploi. Il est absorbant. Il emprunte peu à peu, aux humeurs ou aux sécrétions des plaies elles-mêmes, les liquides qui le dissolvent. Il s'y maintient à son maximum de concentration. Ses effets sont ainsi progressifs et énergiques.

Les essais ont porté, en conséquence, sur le *fluorure de sodium*, le *formiate de sodium*, le *chlorure de zinc*, l'*hypochlorite de chaux*, l'*acide borique*, le *borate de soude*, le *sulfate de cuivre*, le *sulfate ferreux*, le *permanganate de potasse*, enfin accessoirement, l'*iodoforme*.

A l'exception de ce dernier, de l'acide borique et du borate de soude, qui ont été employés en nature, les autres antiseptiques ont été dilués à 10 pour 100 par mélange à diverses poudres inertes ou peu actives par elles-mêmes.

Leur valeur préventive ou stérilisante a été mesurée par leur action sur du bouillon (20^{cm^3}) souillé dans des conditions semblables par 1 centigr. ou 2 centigr. de terre cultivée et desséchée ([2]), ou bien par de la sanie de gangrène gazeuse.

Ces essais ont permis d'éliminer l'iodoforme, le sulfate ferreux, l'acide borique, le borate de soude, le permanganate de potasse, le formiate de soude, qui n'ont qu'une valeur insuffisante pour détruire les germes résistants. Le chlorure de zinc est plus actif et amène, dans les premières heures, une diminution des bactéries; mais leur chiffre augmente ensuite. De plus, le chlorure de zinc est caustique.

Le sulfate de cuivre a montré des propriétés énergiques. Au titre de 1,5

([1]) H. Vincent, *Le Caducée*, 15 avril 1905, et *La Presse médicale*, 8 octobre 1914, p. 642.

([2]) La terre est un *test* excellent pour l'appréciation de la valeur des antiseptiques. Elle renferme un grand nombre et une grande variété de bactéries sporulées ou non. Il est inutile de rappeler que le danger d'infection des plaies de guerre provient surtout des parcelles de terre apportées par le projectile et par les débris de vêtements souillés de boue.

à 3 pour 1000, il empêche la multiplication des bactéries et les stérilise à 5 pour 1000. Mais, au point de vue chirurgical, la toxicité des sels de cuivre en limite nécessairement l'usage.

Au titre de 2,75 pour 1000, le fluorure de sodium a empêché la multiplication des bactéries. A 6 pour 1000, il a habituellement stérilisé le bouillon déjà trouble (le *Bac. subtilis* a parfois persisté).

Cet agent serait donc susceptible d'être employé. Mais il possède une certaine toxicité : $0,20^{cg}$ ont tué un cobaye de 650^{g} en 4 heures (cette quantité correspond à 20^{g} pour un adulte de 65^{kg}). Dans une autre expérience, $0,12^{cg}$ dans le péritoine ont tué en 13 minutes un cobaye de 575^{g}. C'est pourquoi il ne nous a pas paru devoir être recommandé comme désinfectant des plaies.

L'*hypochlorite de chaux*, titrant 110^{l} de chlore, *s'est montré l'agent antiseptique le plus puissant*. D'après mes expériences, l'addition d'hypochlorite en proportion telle que la quantité de chlore dégagée soit égale à 5^{mg} ou 6^{mg} pour 20^{cm^3} de bouillon très souillé, empêche la multiplication des bactéries et les détruit le plus souvent. Cette quantité correspond, en moyenne, à $0^{g},7$ ou $0^{g},9$ d'hypochlorite pour 1000^{cm^3}.

A la dose de 8^{mg} ou 9^{mg} de chlore pour 20^{cm^3}, ce qui correspond environ à $1^{g},15$ ou $1^{g},30$ d'hypochlorite pour 1000, ce même antiseptique stérilise le bouillon dans lequel on a laissé multiplier pendant 24 heures les microbes contenus dans la terre ou la sanie de gangrène gazeuse.

L'hypochlorite de chaux ne pouvant être employé en nature sur les plaies chirurgicales, on l'a délayé avec des produits pulvérisés et bien secs : talc, carbonate de chaux, charbon, saccharose + chaux éteinte (5 pour 100), sulfate de soude, sous-nitrate de bismuth, acide borique, borate de soude, carbonate de soude ou de magnésie, chlorure de sodium, etc. Ou bien on l'a associé avec ces produits mélangés deux à deux, trois à trois. On a procédé ensuite au contrôle bactériologique de la valeur de ces divers mélanges.

Il a été constaté que les propriétés antiseptiques de l'hypochlorite de chaux dilué se sont montrées fort différentes suivant l'excipient : très faibles avec le charbon, ainsi qu'on pouvait le présumer, en raison de la fixation du chlore ; très minimes, aussi, avec la saccharose additionnée de chaux éteinte, avec le carbonate de chaux ou de magnésie, etc. D'autres sels ne les ont pas modifiées (chlorure de sodium, sulfate de soude). Il en est, enfin, qui les ont un peu renforcées, sans doute par leur action antiseptique propre, quoique légère (acide borique, borate de soude).

Mais, pratiquement, le mélange de l'hypochlorite de chaux au sel marin, au sulfate de soude ou au borate de soude secs, n'est pas utilisable parce qu'il est hygroscopique,

se tasse ou s'agglomère en quelques jours. L'acide borique n'a pas le même inconvénient [1].

Il résulte, en conséquence de ces recherches, que la formule antiseptique à la fois la plus active et la plus facile à conserver est :

Hypochlorite de chaux frais (titrant 110^1 de chlore)......	10 parties
Acide borique cristallisé, pulvérisé et sec...............	90 »

(pulvériser séparément, mélanger et répartir en flacons colorés).

Au degré de dilution susindiqué, l'hypochlorite de chaux, largement déposé sur les plaies, n'éveille aucune douleur, ni même, le plus souvent, aucune sensation. Il est hémostatique par le $CaCl^2$ qu'il renferme.

Bien appliquée, cette méthode antiseptique de pansement sec des plaies de guerre immobilise leur infection. Elle a donné des résultats préventifs importants qui seront, ainsi que sa technique, exposés ultérieurement.

HYGIÈNE ALIMENTAIRE. — *La conservation des œufs.*
Réclamation de priorité de M. **Lucien Rompant.**

Au sujet de la Note communiquée par M. André Arnoux à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 4 décembre 1916 [2], M. Lucien Rompant rappelle que, depuis 18 mois, il emploie avec succès un procédé de conservation des œufs semblable à celui que préconise M. Arnoux et qu'il a encore perfectionné en vue d'en rendre l'application plus pratique.

Les œufs à *coquille renforcée* qu'il obtient à la suite d'enrobages silicatés conservent pendant plus de deux mois tous leurs caractères de fraîcheur initiale et offrent une résistance au choc qui leur assure une intégrité presque absolue au cours des transports qu'ils ont à subir.

La séance est levée à 16 heures.

G. D.

---

(1) L'acide borique n'a qu'une toxicité faible (Debove et Pouchet). D'après mes expériences, la dose mortelle, pour le cobaye, en injection sous-cutanée, correspond à $180^g,70$ pour un homme adulte de 65^{kg}.

(2) A. Arnoux, *Sur la protection mécanique et la conservation des œufs* (*Comptes rendus*, t. 163, 1916, p. 721).